Journal Future Studies of the Islamic Revolution

1

Vol. 6
Spring 2025

Research Paper

Received:
21 June 2024
Revised:
22 July 2024
Accepted:
13 December 2025
Published:
21 March 2025
P.P: 215-248

ISSN: 2008-3564
E-ISSN: 2645-5285

The Functional Role of Fuzzy Cognitive Maps (FCMs) in Futures Studies

Safar Fazli[1] | Khalil Koulivand*[2]

Abstract

Fuzzy cognitive maps (FCMs) are a widely used method in content analysis, which can be used to extract cause and effect relationships between different indicators, and since cause and effect relationships and determination of indicators are of great importance in futures studies, the present study examines their functional role. It deals with such researches. Therefore, the type of research is applied-developmental with a qualitative approach. The statistical population of the research is 243 titles of related articles during the past decade from 2014 to 2024 in the study section and in the field section for the implementation of two-stage fuzzy Delphi, 12 university professors. In the study section with a meta-composite approach, 67 article titles related to the topic, out of 243 related titles, statistics that resulted in the extraction of 24 themes, which are related themes in three topics: the functional role of fuzzy cognitive maps in determining uncertainty (11 themes), determining the lack of Determination (7 themes) and risk analysis (6 themes) were categorized. In the field section, by performing two fuzzy Delphi steps and obtaining the opinion of experts, the experts reached an agreement in determining the uncertainty of nine themes, in determining the uncertainty of five themes, and in risk analysis of four themes. The findings of the research showed the place of fuzzy cognitive maps in determining uncertainty in the important and sensitive discussion of decision-making and related processes, in determining uncertainty based on the explanation of causal relationships between phenomena and influencing factors, and in risk analysis based on the implementation of plans with In their consequences, the results obtained from the consequences and related analyzes are expressed.

Keywords: Fuzzy Cognitive Maps (FCMs), Indeterminacy, Uncertainty, Risk Analysis, Futures Studies.

1 Professor, Futures studies group, Faculty of Social Sciences, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.
2 PhD student in Futures Studies, Faculty of Social Sciences, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran. Email: K.Koulivand@edu.ikiu.ac.ir

Cite this Paper: Fazli, S & Koulivand, Kh(2025). The Functional Role of Fuzzy Cognitive Maps (FCMs) in Futures Studies. *Future Studies of the Islamic Revolution*, *4*(5), 215–248.

Publisher: Imam Hussein University

© **Authors**

This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License(CC BY 4.0) .

نشریه علمی آینده‌پژوهی انقلاب اسلامی

واکاوی نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در مطالعات آینده‌پژوهی

صفر فضلی[۱] | خلیل کولیوند*[۲]

۱
دوره ششم
بهار ۱٤۰٤
مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱٤۰۳/۰٤/۰۱
تاریخ بازنگری: ۱٤۰۳/۰۵/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۰۹/۲۳
تاریخ انتشار: ۱٤۰٤/۰۱/۰۱
صص: ۲٤۸-۲۱۵
شاپا چاپی: ٤۵۲۸-۲۰۰۸
الکترونیکی: ۵۰۷۲-۲۶٤۵

چکیده

نقشه‌های شناختی فازی روشی پرکاربرد در تحلیل محتوا هستند که به کمک آن‌ها می‌توان روابط علت و معلولی بین شاخص‌های مختلف را استخراج و از آنجا که روابط علت و معلولی و تعیین شاخص‌ها در مطالعات آینده‌پژوهی از اهمیت بالایی برخوردار است، پژوهش حاضر به واکاوی نقش عملکردی آنها در این قبیل پژوهش‌ها می‌پردازد. ازاین‌رو نوع پژوهش کاربردی–توسعه‌ای با رویکرد کیفی است. جامعه آماری پژوهش ۲٤۳ عنوان مقالات مرتبط طی یک دهه گذشته از سال ۲۰۱٤ تا ۲۰۲٤ در بخش مطالعاتی و در بخش میدانی جهت اجرای دلفی فازی دو مرحله‌ای ۱۲ نفر از اساتید دانشگاهی می‌باشد. در بخش مطالعاتی با رویکرد فراترکیب ٦۷ عنوان مقاله مرتبط با موضوع، از بین ۲٤۳ عنوان مرتبط، احصاء و منتج به استخراج ۲٤ مضمون شد که مضامین مربوطه در سه مبحث نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در تعیین عدم قطعیت (۱۱ مضمون)، مشخص نمودن عدم تعیُن (۷ مضمون) و تحلیل ریسک (٦ مضمون) دسته‌بندی شدند. در بخش میدانی با اجرای دو مرحله دلفی فازی و کسب نظر خبرگان، در تعیین عدم قطعیت نُه مضمون، در تعیین عدم تعیُن پنج مضمون و در تحلیل ریسک چهار مضمون به توافق خبرگان رسید. یافته‌های پژوهش نشان داد جایگاه نقشه‌های شناختی فازی در تعیین عدم قطعیت به بحث مهم و حساس تصمیم‌گیری و فرآیندهای مربوط به آن، در تعیین عدم تعیُن مبتنی بر تبیین روابط علّی بین پدیده‌ها و عوامل اثرگذار و در تجزیه و تحلیل ریسک بر پایه اجرای برنامه‌ها با توجه به پیامدهای آنها، نتایج حاصل از پیامدها و تحلیل‌های مربوطه نمود می‌یابد.

کلیدواژه‌ها: نقشه‌های شناختی فازی، عدم تعیُن، عدم قطعیت، تحلیل ریسک، آینده‌پژوهی.

۱. استاد تمام، گروه آینده‌پژوهی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

۲. نویسنده مسئول: دانشجوی دکتری آینده‌پژوهی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

Email: K.Koulivand@edu.ikiu.ac.ir

استناد: فضلی، صفر و کولیوند، خلیل(۱۴۰۴). واکاوی نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در مطالعات آینده‌پژوهی، **نشریه علمی آینده‌پژوهی انقلاب اسلامی**، ۴(۵)، ۲۴۸-۲۱۵.

DOR: https://dorl.net/dor/20.1001.1.27173674.1403.5.1.1.3

ناشر: دانشگاه جامع امام حسین(ع)

نویسندگان

این مقاله تحت لیسانس آفرینندگی مردمی(Creative Commons License- CC BY)در دسترس شما قرار گرفته است.

مقدمه و بیان مسئله

در مواجه با مطالعات آینده‌پژوهی و مؤلفه‌های شکل‌دهنده آن‌ها، سؤالات بسیار دقیق و جدی مطرح می‌شود که مهمترین آن‌ها با توجه به ماهیت و ویژگی این پژوهش‌ها، در رابطه با عدم قطعیت‌ها در آینده است (کولیوند و شیروانی ناغانی، ۱۴۰۲: ۱۰۷-۱۳۸). این موضوع موجب می‌شود ویژگی‌های خاصی برای این مفهوم ایجاد گردد، از جمله اینکه ویژگی‌های وجودی عدم قطعیت و زمینه بروز و رشد آن چیست؟ بهترین مدل و روش برای مطالعه و بررسی آن کدام است؟ آیا همه مدل‌ها، دارای ابزارهای نرم‌افزاری دقیقی هستند که بتوانند رفتار سیستم‌ها را با توجه به ماهیت عدم قطعیت‌های مرتبط با آنها، به اندازه کافی دقیق و مکفی شبیه‌سازی کند؟ آیا درک و تجزیه و تحلیل محققین نسبت به مفاهیمی از جمله آشوب، پیچیدگی و عدم قطعیت در حوزه مطالعات آینده‌پژوهی صحیح و یکسان است؟ چگونه این مفاهیم سه گانه در هنگام مطالعه، مدل‌سازی، تجزیه و تحلیل و تدوین سناریوهای مبتنی بر مطالعات آینده‌پژوهی در اینگونه پژوهش‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد؟ و در پایان اینکه آیا همه مدل‌ها و راه‌حل‌های موجود در حوزه مطالعات آینده‌پژوهی، شرایط رضایت‌بخشی را در تعیین عدم قطعیت‌ها خواهند داشت؟ (Schuerkamp et al, 2024: 87-104)

یکی از دلائل عمده ناتوانی در فهم درست، دقیق، علمی و کارآمد مطالعات آینده‌پژوهی، با توجه به عدم قطعیت‌ها، ابهامات و پیچیدگی‌های ساختاری آنها به ارائه تفاسیر، برداشت‌های مختلف و همچنین توضیحات ریاضی متنوع از این مفاهیم توسط افراد با دانش‌های مختلف و تجربیات متفاوت بر می‌گردد (یوسفی خرایم و همکاران، ۱۴۰۲: ۱۶۳-۱۹۱). برای مثال برخی خبرگان و صاحب‌نظران، پیشران‌ها و عوامل کلیدی را در قالب مفهوم عدم قطعیت متمرکز کرده و می‌کوشند هر عاملی را با استفاده از نظریه‌ها و تکنیک‌های موجود برای ترسیم آینده‌های مطلوب و ممکن، در قالب عدم قطعیت توضیح دهند و این در حالی است که عدم قطعیت می‌تواند ناشی از موارد دیگری باشد که ناشناخته مانده است. در دنیای واقعی، بسیاری از تصمیمات و اقدامات در شرایط عدم اطمینان صورت می‌گیرد و حالت‌های واضح غیرمبهم، بسیار نادر و کمیاب است. ممکن است در حالی که بسیاری از مجریان سیاست‌ها، راهبردها و تاکتیک‌ها سعی

داشته باشند، چالش‌های پیش روی خود را از میان بردارند و با اتخاذ تصمیم‌هایی بدون در نظر گرفتن ابهام موجود، وخامت اوضاع را رقم بزنند. این موضوع ثابت می‌کند که اطلاعات و شناخت آنها نسبت به پدیدهٔ موجود چقدر ابهام‌آمیز است و دقیق و کافی نیست. از این‌رو بدون توجه به این ابهام، بر اساس منطقی عمل می‌کنند که پایهٔ آن، عقلانیت و درستی یا نادرستی مطلق است. در صورتی که باید رابطه‌ای تعریف شود که ابهام موجود را لحاظ کرده و به عنوان بخشی از پدیده یا سیستم در دست بررسی قرار گیرد (Apostolopoulos et al, 2023: 12-34).

در مباحث مربوط به مطالعات آینده و به‌طور خاص آینده‌پژوهی بایستی بین خطا و عدم قطعیت تمایز قائل شد. خطا به‌عنوان تفاوت بین یک نتیجه واحد و مقدار واقعی تعریف می‌شود و در عمل، خطای اندازه‌گیری مشاهده شده، تفاوت بین مقدار مشاهده شده و مقدار مرجع است، بنابراین، خطا، چه نظری و چه مشاهده شده، یک مقدار واحد است. در حالی که عدم قطعیت به صورت یک محدوده یا بازه است و اگر برای یک روش تحلیلی و نوع نمونه تخمین زده شود، می‌توان آن را برای موارد تعیین‌کننده در مطالعات آینده‌پژوهی به‌کار برد. به طور کلی نمی‌توان از عدم قطعیت برای تصحیح نتیجه اندازه‌گیری استفاده کرد (اسماعیل‌پور و عرب‌بافرانی، ۱۴۰۱: ۹۵-۱۴۰). می‌توان گفت که نتیجه یک تحلیل پس از تصحیح ممکن است این شانس را داشته باشد که بسیار نزدیک به اندازه واقعی باشد و در نتیجه خطای ناچیزی در آن وجود داشته باشد، در حالی که به سادگی، عدم قطعیت آن تحلیل ممکن هنوز زیاد است. دلیل آن می‌تواند این باشد که تجزیه‌کننده هنوز در مورد نزدیک بودن نتیجه به اندازه واقعی چندان مطمئن نیست. عدم قطعیت نتیجه اندازه‌گیری، هرگز نباید به‌عنوان خود خطا یا خطای باقیمانده پس از اصلاح تفسیر شود (کوثری و سادات رحمتی، ۱۳۹۸: ۱۰۳-۱۱۸).

نظر به اینکه موضوع عدم قطعیت بر اساس مبانی معرفتی و دانشی در سه حوزه عدم قطعیت مدل، عدم قطعیت پارامتر و عدم قطعیت سناریو محور تعریف می‌شود (Cascaldi-Garcia et al, 2023: 624-654)، پژوهش حاضر می‌کوشد با بکارگیری نقشه‌های شناختی فازی به‌عنوان یک ابزار تبیینی به بررسی نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در مطالعات آینده‌پژوهی بپردازد و با این نگاه سؤال اصلی زیر را پاسخ دهد:

۱. نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در مطالعات آینده‌پژوهی چیست؟

۲. و منتج از این سؤال به سؤالات فرعی زیر پاسخ داده خواهد شد:

۳. نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در تعیین عدم قطعیت در مطالعات آینده‌پژوهی چیست؟

۴. نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در تعیین عدم تعُین در مطالعات آینده‌پژوهی چیست؟

۵. نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در تحلیل ریسک در مطالعات آینده‌پژوهی چیست؟

مبانی نظری پژوهش

عدم قطعیت در مطالعات آینده‌پژوهی

در جهان امروزی با شرایط پیچیده، حساس و مملو از وضعیت‌های خاکستری و مبهم در کشف نشانک‌های ضعیف تغییر؛ مطالعات آینده‌پژوهی نیازمند عبور از ناشناخته‌ها و عدم قطعیت‌ها با رویکردهای نوین است، چرا که محیط آینده سرشار از عدم قطعیت است. فارغ از تفاوت‌های مفهومی در دانش‌های مختلف، مفهوم عدم قطعیت به‌طور عمومی مطمئن نبودن در مورد واقعیت پدیده‌ها، رویدادها و یا تغییرات قلمداد می‌شود (پراژنگ و وقوفی، ۱۴۰۱: ۱۷۳-۱۹۹). بنابراین هر چه از اطمینان کامل دور شده و به بی‌اطمینانی نزدیک‌تر شویم، عدم قطعیت بیشتر می‌شود. از این رو هنگامی‌که افزایشی، کاهشی یا ثابت بودن روند تغییرات مشخص نیست؛ وقتی با هیچ‌گونه احتمالی نمی‌توان گفت پدیده‌ای رخ خواهد داد یا نه؛ و یا وقتی که نمی‌توان از بود و نبود امری در آینده مطمئن شد، با عدم‌قطعیت روبه‌رو هستیم (Srivisal et al, 2021: 101-119).

از نگاه سیستمی، عدم قطعیت توصیف‌کننده‌ی نقص دانش بشر درباره‌ی وضعیت و پیشرفت سیستم در محیط است. وضعیتی که عدم قطعیت در تصمیم‌گیری به وجود می‌آورد، باعث ایجاد انحرافات مثبت (شانس) و منفی (تهدید) از نتایج مورد انتظار می‌شود. میزان ابهام به‌طور مستقیم به محیط موجود بستگی دارد و لذا می‌توان گفت عدم قطعیت عبارت است از عدم اطمینان در رابطه با مساله‌ای خاص در محیط پیرامون مساله. در حقیقت با توجه به محیط است که میزان عدم اطمینان تعیین می‌شود (فرهادی و رشیدی، ۱۴۰۲: ۷۷-۹۶).

عدم قطعیت، کمی کردن سطح شک در مورد هر اندازه‌گیری است. عدم قطعیت به این معنی است که در قرائت‌های اندازه‌گیری شده چقدر اطمینان یا نااطمینانی وجود دارد و اینکه هیچ خواندنی صددرصد دقیق نیست. در هر موقعیتی سطحی از عدم اطمینان وجود دارد. عدم قطعیت شامل عوامل زیادی مانند مهارت کاربر، آراء خبرگان، دیدگاه ذی‌نفعان، ماهیت زمانی و مکانی ابزارها، عدم وضوح کامل در نوع تجهیزات و دقت آنها و عوامل دیگر است. هر جا که عدم قطعیت وجود دارد، هیچ تضمینی نیست که انتخاب هوشمندانه به پیامدهای مطلوب بینجامد! گرچه بسیاری از خبرگان و صاحب‌نظران حوزه آینده در مورد کیفیت تصمیم‌های خود و دیگران بر اساس کیفیت پیامدها قضاوت نموده و نتیجه‌ی تصمیم را ملاک قرار می‌دهند (Zakaria et al, 2020: 1543-1571).

منطق فازی و عدم قطعیت

تقریباً بیشتر پدیده‌های جهان قابل آزمایش و تجربه‌شدنی هستند، ولی به علت تغییرپذیری طبیعت در هر تجربه، ممکن است نتیجه‌ی جدیدی به‌دست آید. نتایج حاصل از پدیده‌های تجربه‌شدنی معمولاً از روند خاصی پیروی نموده و می‌توان پس از آزمایش‌های بسیار، نتیجه‌ی آزمایش جدید را پیش‌بینی نمود. از این پدیده‌ها به‌عنوان پدیده‌های تصادفی یاد می‌شود. اما برخی از پدیده‌های جهان یا قابل تجربه نیستند یا ادراک آن‌ها به‌عنوان یک تجربه خارج از فهم است. این پدیده‌ها اغلب تحت تفکرات مختلف که ناشی از دیدگاه‌های خبرگان، تحولات و تغییرات شگرف محیط، تعلقات فکری ذی‌نفعان و ماهیت وجودی زمانی و مکانی پدیده‌ها، با کیفیت‌های متفاوتی روبرو هستند و لذا نمی‌توان تجربه‌ی واحدی را برای آن‌ها در نظر گرفت، از این رو چنین پدیده‌هایی را با منطق فازی تحلیل می‌نمایند (Zadeh, 2023: 19-49). در دنیای واقعی، انواع مختلفی از عدم قطعیت وجود دارد که دو گروه عمده آن‌ها شامل فازی بودن و تصادفی بودن قلمداد می‌شود. با وجود همه‌ی این تفاسیر جهان نه فازی است و نه تصادفی، بلکه گاهی اوقات می‌توان آن را تصادفی در نظر گرفت، گاهی اوقات فازی و گاهی هم می‌توان آن را با ترکیبی از این دو نوع فضا تحلیل نمود. در نتیجه می‌توان دنیای عدم قطعیت را به سه بخش تصادفی، احتمالی و ترکیبی تقسیم نمود (Shen et al, 2018: 10-24).

نقشه‌های شناختی[1]

نقشه‌های شناختی معمولی از این جهت که در تعیین زمان و مکان قابلیت استفاده ندارند، در مطالعات آینده‌پژوهی به‌کار گرفته نمی‌شوند. چرا که وندل بل[2] از صاحب‌نظران بزرگ آینده‌پژوهی (۲۰۰۴) این دو متغیر (زمان و مکان) را از مفروضات اصلی آینده‌پژوهی به‌شمار آورده و برای آنها جایگاه ویژه‌ای قائل است (Bell, 2017: 225). عدم قابلیت استفاده این‌گونه نقشه‌ها را می‌توان در مواردی همچون فقدان تأخیر زمانی در تعاملات بین گره‌ها، خطی بودن وزن‌های یال‌ها، عدم استفاده از عملگرهای منطقی، عدم توانمندی در شبیه‌سازی و مدل‌سازی محیط‌های چند وجهی (سفید، سیاه و خاکستری)، عدم توانایی در توضیح وضعیت کوانتومی مفاهیم، تک بعدی بودن، عدم مدیریت بیش از یک رابطه و عدم کنترل دامنه‌های پیچیده توابع چندگانه نام برد (Giabbanelli & Nápoles, 2024: 169).

نقشه‌های شناختی در دهه ۱۹۷۰ توسط دانشمند علوم سیاسی رابرت اکسلرود[3] پیشنهاد و برای مسائل ساخت یافته به‌کار گرفته شدند. این نقشه‌ها در واقع نمودارهای امضاء شده‌ای هستند که اظهارات متخصصین را با توجه به حوزه معین و مشخص آنها دریافت و سپس این نظرات را برای تجزیه و تحلیل، تأثیر باورها یا علل جایگزین بر اهداف خاص استفاده می‌کنند. دو عنصر اساسی نقشه‌های شناختی، مفاهیم و باورهای علّی هستند که مفاهیم به‌عنوان متغیر و باورهای علّی به‌عنوان روابط بین متغیرها تلقی می‌شوند. روابط علّی مفاهیم را به یکدیگر پیوند داده و می‌توانند مثبت یا منفی باشند. اگر رابطه مثبت باشد، افزایش یا کاهش در یک علت مفهوم، باعث می‌شود مفهوم معلول در همان جهت تغییر کند. برعکس، اگر رابطه منفی باشد، تغییری که متغیر اثر متحمل می‌شود، در جهت مخالف خواهد بود. در نمایش گرافیکی یک نقشه شناختی، مفاهیم به صورت گره نمایش داده می‌شوند و یال‌ها ارتباطات علّی هستند. نقشه‌های شناختی در حالت کلی به دو دسته وزنی[4] و عملکردی[5] تقسیم می‌شوند. گونه‌ای از نقشه‌های شناختی که فقط جهت تغییر را مدل نموده و می‌توان مدل‌سازی آنها را با اعداد مثبت یا منفی جایگزین کرد تا علاوه بر جهت،

1. Cognitive Maps
2. Wendell Bell
3. Robert Axelrod
4. Weighted Cognitive Maps
5. Functional Cognitive Maps

میزان تغییر را نیز نشان دهند، به نقشه‌های شناختی وزنی معروف هستند. همچنین می‌توان یک تابع خاص را به هر رابطه علّی اختصاص داد تا جهت و بزرگی تغییر را با دقت بیشتری نشان دهد که به این‌گونه نقشه‌ها، نقشه‌های شناختی عملکردی اطلاق می‌شود (Nachazel, 2021: 101-135).

نقشه‌های شناختی فازی

محدودیت‌های ذاتی نقشه‌های شناختی مانند عدم توانایی کافی برای مدیریت اطلاعات نامطمئن یا جمع‌آوری اطلاعات از منابع مختلف، مانعی بر سر راه آنها تلقی می‌شود که این مهم در سال ۱۹۸۶، توسط کاسکو[1] با ورود جریان فازی‌سازی به نقشه‌های شناختی و معرفی نقشه‌های شناختی فازی وارد مرحله جدیدی شد که با بهینه‌سازی نقشه‌های شناختی وزنی، گونه جدید را در حالت فازی معرفی نمود. در واقع این گونه جدید، یک نمایش گرافیکی متشکل از گره‌هایی است که مرتبط‌ترین عوامل یک محیط تصمیم‌گیری را نسبت به موضوع مورد مطالعه نشان می‌دهد. از سوی دیگر پیوندهای بین این گره‌ها نشان‌دهنده روابط بین آن عوامل است که بایستی در تجزیه و تحلیل نقشه‌های شناختی فازی چه استاتیک و چه پویا لحاظ گردد دارد (Yun et al, 2020: 78-89).

نقشه های شناختی در بیشتر مطالعات مرتبط با علوم اجتماعی و انسانی از جمله فرایندهای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری در زمینه‌های روابط بین‌الملل، مدل‌سازی سیستم‌های اجتماعی و مطالعه تحولات سیاسی مورد بهره‌برداری قرار گرفته و کاربرد عمده نقشه‌های شناختی فازی در تحلیل‌های روابط چندگانه، رویکردهای مکمل در تدوین ره‌نگاشت‌ها، تعیین عدم قطعیت و مشخص نمودن عدم تعیُن[2]، نگاشت‌های نهادی و هوشمندی سیاست‌گذاری راهبردی بوده است. علاوه بر این، با توجه به هوشمندی خاص این نوع از نقشه‌های شناختی، کاربردهای گسترده آنها در حوزه فناوری و صنعت به‌ویژه در زمینه‌های کنترل رویدادها، تجارت و معیارهای انتخاب بازار، مطالعات ژنتیکی در پزشکی، رباتیک و پروژه‌های آینده محور، مدل‌سازی احساسات و تنش‌های سیستم‌های علّی، علوم محیطی، آموزش و فناوری‌های آینده، فناوری اطلاعات و طراحی کنترل‌کننده‌ها در حال افزایش است. از این رو رویکرد اصلی در استفاده از مفهوم فازی در

1. Kosko
2. Indeterminacy

نقشه‌های شناختی توجه بیشتر به مفاهیمی از جمله ارزش واقعی، وزن غیرخطی و تأخیرهای زمـانی در تعیین عدم تعیُن و عدم قطعیت است (Al-Gunaid et al, 2021: 2-10).

یکی از ابزارهای قوی که در توضیح و تشریح پدیده‌های حاوی عدم قطعیت و تصادفی به‌کار می‌رود، نقشه‌های شناختی فازی است. نقشه‌های شناختی فازی[1] معمولاً نمودارهای وزنی فازی شده‌ای هستند که شامل بازخوردهایی از گره‌ها و یال‌های هدایت شده بین آنها هستند. گره‌ها مفاهیم رفتاری توصیفی سیستم هستند و یال‌ها روابط علت و معلولی بین مفاهیم را نشان می‌دهند. مفهوم فازی برای این نوع از نقشه‌های شناختی، میزان فعال بودن مفهوم ثابت در سیستم است که در محدوده نرمال شده [۰، ۱] یا [۱+، ۱−] محدود می‌شود. علاوه بر این، وزن یال‌ها میزان تأثیر علّی بین مفاهیم را نشان می‌دهد (Papageorgiou et al, 2012: 66-79).

به طور کلی این‌گونه از نقشه‌ها را می‌توان برای چهار عملکرد عمده مورد استفاده قرار داد. در نقش تبیین‌کننده برای بازسازی رفتار عوامل تعیین‌کننده، درک دلایل تصمیمات آنها و اقداماتی که انجام می‌دهند؛ در نقش پیش‌بینی‌کننده تصمیمات و اقدامات آینده یک عامل معین به‌منظور توجیه رویدادهای جدید؛ در نقش منعکس‌کننده و بازتاب‌دهنده به تصمیم گیرندگان که کمک می‌کند بازنمایی خود از یک موقعیت معین به‌منظور اطمینان از کفایت آن و احتمالاً ایجاد هرگونه تغییر ضروری، مدنظر قرار گیرد و در نهایت به‌عنوان راهبردپرداز برای توصیف دقیق یک موقعیت پیچیده. به‌طور کلی، نقشه‌های شناختی فازی با ترکیب و بکارگیری تجربه و دانش فعلی در مورد یک سیستم ساخته می‌شوند که این امر را می‌توان با استفاده از یک تیم متخصص و خبره برای توصیف ساختار و رفتار سیستم در شرایط مختلف به‌دست آورد و از این منظر یک راه ساده برای اینکه کدام عامل و چگونه باید اصلاح شود، پیدا می‌گردد (Dodurka et al, 2016: 265-270).

ون وایلت و همکاران[2] (۲۰۱۰)، انگیزه‌های اصلی استفاده از رویکرد نقشه‌های شناختی فازی را در حوزه مطالعات آینده‌پژوهی در ساخت و پارامترسازی آسان، انعطاف‌پذیری در نمایش، آسان در استفاده، قابلیت درک راحت و شفاف برای کارشناسان غیرفنی، انجام زمان کم، رسیدگی به مسائل پیچیده مرتبط با استخراج و مدیریت دانش و همچنین مدیریت اثرات پویا به دلیل ساختار بازخورد سیستم‌های مدل‌سازی شده، می‌دانند. نقشه‌های شناختی فازی اجازه می‌دهند تا

1. Fuzzy Cognitive Maps (FCMs)
2. Van Vliet et al

کارشناسان مختلف و یا دیدگاه‌های ذی‌نفعان و خبرگان در حوزه‌های متنوع با هم ترکیب شده و مکانیسم مفیدی برای ترکیب اطلاعات استخراج شده از بسیاری منابع برای ایجاد مجموعه‌ای غنی از دانش فراهم شود (Yun et al, 2020: 78-89).

با توجه به عملکرد نقشه‌های شناختی فازی در مدل‌سازی سیستم‌های پویا و قابلیت به‌تصویر کشیدن جنبه دینامیکی رفتار سیستم، این ابزار در حوزه مطالعات آینده‌پژوهی علاقه تحقیقاتی قابل توجهی را کسب نموده و به‌عنوان تکنیکی مفید در زمینه‌های علمی متنوع از جمله مدل‌سازی، دانش تصمیم‌گیری، انتخاب معیارگونه، شبیه‌سازی و سنجش روابط فی‌مابین مورد استفاده قرار می‌گیرند. این کاربردهای خاص، جایگاه‌های ویژه‌ای به نقشه‌های شناختی فازی در تعیین ذی‌نفعان و افزایش قدرت تصمیم‌گیری خبرگان در شرایط تعیین دوگانه و عدم اطمینان آینده می‌دهد (Al-Gunaid et al, 2021: 2-10).

پیشینه پژوهش

پژوهش دربارهٔ فازی‌سازی و به‌خصوص نقشه‌های شناختی هم از لحاظ کمی و هم کیفی قابل تأمل است؛ اما زاویه نگاه و مسائل هر پژوهش و حتی روش و رویکرد نظری آن می‌تواند همواره برای موضوعی واحد، دستاوردی تازه و نو داشته و زوایای مختلف و مکتوم آن را برملا کند. از آنجا که رویکرد پژوهش حاضر بر این شکل گرفته تا نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی را در مطالعات آینده‌پژوهی مورد واکاوی قرار دهد، با استناد به بررسی‌های به‌عمل‌آمده در منابع تحقیقاتی، پایگاه‌های اطلاعاتی و نشریات معتبر علمی داخلی و خارجی، پژوهش‌هایی که به‌نوعی با موضوع تحقیق مرتبط هستند را به شرح جدول (۱) به‌عنوان پیشینه‌های پژوهش مطرح می‌کند.

جدول۱. پیشینه پژوهش در مقالات و پژوهش‌های انجام شده

ردیف	نویسنده/ نویسندگان (سال پژوهش)	عنوان پژوهش	روش شناسی پژوهش	مهم‌ترین یافته‌ها و نتایج مرتبط با پژوهش
۱	ناچازل[1] (۲۰۲۰)	نقشه‌های شناختی فازی	آمیخته (کمی و کیفی)	محققین در این پژوهش با ارائه طرح جدیدی از نقشه‌های شناختی فازی در پی مدل‌سازی متغیرهای مستقلی هستند که در یک محیط

1. Nachazel

ردیف	نویسنده/ نویسندگان (سال پژوهش)	عنوان پژوهش	روش شناسی پژوهش	مهم‌ترین یافته‌ها و نتایج مرتبط با پژوهش
		به‌منظور تصمیم‌گیری در محیط‌های پویا		پویا تصمیم‌گیری می‌کنند تا بتواند آنها را توصیف کنند. این مقاله یک طرح کلی برای نقشه‌های شناختی فازی است که بر اساس آن تصمیم‌گیری متغیرهای مستقل به‌کمک طبقه‌بندی مفاهیم آنها در سه کلاس مختلف شامل نیازها، نوع فعالیت‌ها و وضعیت‌های مختلف متغیرها محقق می‌شود به‌گونه‌ای که طبقه‌بندی انجام شده هم در محاسبه و هم در تفسیر متفاوت است. این طرح دارای مزایا و ویژگی‌های متعددی است که در سیستم‌های مختلفی با محیط پویا به‌کار گرفته می‌شود.
۲	یان و همکاران[1] (۲۰۲۰)	تأثیر عدم قطعیت بر مصرف خانوار و ساعات کاری: یک رویکرد مبتنی بر نقشه‌های شناختی فازی	کیفی	محققین در این پژوهش با مدل‌سازی فرآیند تصمیم‌گیری یک فرد در رابطه با پویایی اقتصاد کلان، تعداد زیادی متغیر را شناسایی نموده‌اند که ابعاد مسئله را در تحلیل تجربی تشکیل می‌دهند. سپس با استفاده از نقشه شناختی فازی مصرف خانوارها و ساعات کار آنها را در پاسخ به تغییرات عدم اطمینان اقتصادی برون‌زا تحلیل نموده و در نهایت یک رویکرد صرفه‌جویانه در ارزیابی اثرات عدم قطعیت بر خانواده‌ها ارائه می‌کنند.
۳	اسلامی امیرآبادی و میرزائی (۱٤۰۰)	نقشه‌های شناختی فازی؛ رویکردی پیشرفته برای مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده	آمیخته (کمی و کیفی)	پژوهشگران در این تحقیق به این موضوع پرداخته‌اند که توصیف کیفی پارامترهای سیستم‌های پیچیده‌ی و پویا، منجر به ابهام، پیچیدگی و عدم قطعیت شده و معتقدند نقشه‌های شناختی فازی زمینه لازم در تولید دانش جدید بر اساس برنامه‌های کاربردی سیستم را فراهم نموده و نیاز به رسیدگی به عدم قطعیت‌ها، ابهامات و نادرستی‌های مرتبط با مشکلات واقعی تجزیه و تحلیل سیستم‌های پیچیده‌ی و پویا را برطرف می‌کند.
٤	جهانگشای رضایی و همکاران (۱۳۹۷)	رویکردی ترکیبی برای اولویت‌بندی ریسک بر اساس	آمیخته (کمی و کیفی)	محققین در این تحقیق عنوان می‌دارند که افزایش رقابت، گسترش توقعات، تقاضای مکرر مشتری و تغییرات سریع فناوری، سبب رشد سریع تعهدات تولیدکنندگان امروزی شده؛ به نحوی که هر کمبود و انحراف در عملکرد محصول تولیدی، به از دست دادن

1. Yun et al

ردیف	نویسنده/ نویسندگان (سال پژوهش)	عنوان پژوهش	روش شناسی پژوهش	مهم‌ترین یافته‌ها و نتایج مرتبط با پژوهش
		تحلیل خطا و نقشه‌های شناختی فازی (مطالعه موردی: صنعت قطعات خودرویی)		سهم بازار تولیدکننده می‌انجامد. برای رفع معضل موجود و بهبود کیفیت محصولات، باید به شناسایی خطاهای موجود پرداخت. در این پژوهش، اولویت‌بندی خطاها براساس روش نقشه شناختی فازی با درنظرگرفتن سه معیار شدت، احتمال وقوع و احتمال تشخیص، همچنین ارتباط درونی هر خطا با سایر خطاها صورت می‌گیرد.
۵	دودورکا و همکاران[1] (۲۰۱۶)	تحلیل نقشه‌های شناختی فازی از منظر ابهام و فازی	کیفی	در این پژوهش، محققین تلاش نموده‌اند تا نقشه‌های شناختی فازی را که ابزار قدرتمندی برای نمایش گرافیکی هستند، از منظر ابهام و فازی مورد تجزیه و تحلیل قرار دهند و معتقدند در نقشه‌های شناختی فازی معمولی، نقاط قوت علّی با اعداد فازی تکی نشان داده می‌شوند، اما مطالعات اخیراً نشان داده که مشخص نمودن عوامل ابهام ناشی از اعداد فازی یکنواخت است.
٦	پاپاجورجیو و همکاران[2] (۲۰۱۳)	مروری بر تحقیقات نقشه‌های شناختی فازی در دهه گذشته	کمی	این پژوهش مروری بر آخرین کاربردها و روندها در نقشه‌های شناختی فازی را بررسی نموده و معتقد است که این نوع نقشه‌ها شبکه‌های استنتاجی هستند که از نمودارهای چرخه‌ای برای نمایش دانش و استدلال استفاده می‌کنند. این گونه از نقشه‌ها در طول دهه گذشته، علاقه تحقیقاتی قابل توجهی به‌دست آورده و به‌طور گسترده برای تجزیه و تحلیل سیستم‌های پیچیده علّی، که از ترکیب منطق فازی و شبکه‌های عصبی نشأت گرفته‌اند، استفاده می‌شوند. به‌طور کلی، این مقاله وضعیت دانش موجود در رابطه با نقشه‌های شناختی فازی را خلاصه نموده و با بحث و بررسی در مورد یافته‌های ارائه شده در پژوهش‌های انجام شده، درک درستی از موضوع را برای خواننده ایجاد می‌کند.

1. Dodurka et al
2. Papageorgiou et al

با وجود آنکه اغلب این تحقیقات رویکردهای مختلف آینده‌پژوهی و عدم قطعیت را مدنظر داشته‌اند؛ اما پژوهش حاضر با رویکردی نو به موضوع فازی‌سازی با بکارگیری نقشه‌های شناختی در تعیین عدم قطعیت‌ها، عدم تعیُن و تحلیل ریسک برای کشف دلایل امکانی بکارگیری این‌گونه از نقشه‌ها در مطالعات آینده‌پژوهی بکار گرفته شده که می‌تواند به خلأهای موجود در پژوهش‌های یادشده در سه حوزه مطروحه، پاسخ دهد.

روش پژوهش

با توجه به اینکه تحقیق‌های کاربردی مبتنی بر سودمندی عملی بوده و محقق در پی آن است تا علم به‌کارگیری دانش تولید شده را در حوزه مدنظر پژوهش بررسی نماید (رضوی و همکاران، ۱۴۰۳: ۱۳۹-۱۵۶) و از آنجا که یافته‌های آن در تعیین عدم قطعیت، عدم تعُین و همچنین تحلیل ریسک اثرگذار است، لذا از نوع پژوهش‌های کاربردی قلمداد می‌شود. قاعدتاً باید در نظر داشت که با توجه به ناشناخته‌ها و ابهام‌های مطرح شده در سه حوزه عدم قطعیت، عدم تعیُن و تحلیل ریسک، پرداختن به این موضوع‌ها نیازمند کاوش و شناسایی است که نوعاً در پژوهش‌های کیفی بیشتر دنبال می‌شود.

با توجه به آنچه مطرح شد، پژوهش حاضر با رویکرد فراترکیب در قالب مطالعات کیفی مبتنی بر مرور سیستماتیک مطالعات کتابخانه‌ای برای شناختی ژرف پیرامون پدیده مورد مطالعه و به کمک ابزار گردآوری داده‌های آن، انجام می‌گردد. طیف مطالعات شکل‌دهنده پژوهش را پایگاه‌های داده علمی و مجلات معتبر داخلی و خارجی با تراز بین‌المللی و کلیه مطالعات انجام شده در حوزه نقشه‌های شناختی فازی تشکیل می‌دهد که با استناد به روش نمونه‌گیری هدفمند ملاک‌مدار، از بین پژوهش‌های مطروحه، نمونه‌هایی که بینش کامل‌تری نسبت به مفهوم مدنظر ارائه می‌کردند، انتخاب شد و جستجو تا مرحله‌ای ادامه یافت که عوامل مستخرجه، تکرار شدند. بازه زمانی انتخاب پژوهش‌های انجام شده طی یک دهه گذشته از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۴ محاسبه و بر این اساس با توجه به مطالب منتشره اولین پژوهش در رابطه با موضوع مورد جستجو در سال ۲۰۱۵ در حوزه عدم قطعیت با عنوان (به حداقل رساندن عدم قطعیت در فرآیندهای تصمیم‌گیری

با استفاده از نقشه‌های شناختی فازی توسط ساکچلی و فابریزی[1]) شناسایی شد و این فرایند با محدود کردن پژوهش‌های موصوف به واژگان کلیدی خاصی همچون «عدم قطعیت[2]»، «عدم تعیُن[3]» و «ریسک[4]» با واژگان دیگری همانند آینده‌پژوهی، آینده‌نگاری، تصمیم‌گیری، آینده و موضوعاتی از این دست تا آخرین پژوهش در سال ۲۰۲۴ به انجام رسید.

برای انجام فرآیند فراترکیب روش‌های متعددی عنوان شده که در پژوهش حاضر به منظور انجام مراحل آن از الگوی شش مرحله‌ای سندلوسکی و باروسو[5] استفاده شد (شرفی و همکاران، ۱۳۹۹: ۵۱-۹۶) در گام نخست سؤال‌های پژوهش تنظیم گردید. گام دوم به بررسی نظام‌مند متون پرداخته است. گام سوم جستجو و بررسی مقاله‌های مرتبط را شامل شد. گام چهارم شامل استخراج اطلاعات مقالات و مستندات است. در گام پنجم تجزیه‌وتحلیل و ترکیب یافته‌های کیفی صورت پذیرفت. در این گام برای استخراج مضامین فراگیر[6] از روش پیشنهادی اترید-استرلینگ[7] که یکی از روش‌های مرسوم کدگذاری در تحلیل مضمون است، استفاده شد. این روش مبتنی بر تشکیل شبکه مضامین[8] است و در پژوهش‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. شبکه مضامین سه دسته از کدها و مفاهیم را تشکیل می‌دهد که شامل مضامین پایه[9]، مضامین سازمان‌دهنده[10] و مضامین فراگیر است. در این روش مضامین پایه شامل کدها و نکات کلیدی متن است. با مطالعه کامل متن باید خردترین کدها شناسایی و به‌عنوان یک مضمون پایه انتخاب شود. مضامین سازمان‌دهنده شامل مضامین حاصل از ترکیب و تلخیص مضامین پایه است. کدهای پایه باید مرور و مفاهیم مشابه در کنار هم قرار گیرند. پژوهشگر با توجه به توان تشخیص و تسلط خود باید نام مناسبی برای هر دسته کد انتخاب کند. در نهایت مضامین فراگیر شامل مضامین عالی دربرگیرنده حاکم بر متن به مثابه کل است (طهرائی نصرآبادی و همکاران، ۱۴۰۲: ۸۳-۱۰۷).

1. Sacchelli & Fabbrizzi
2. Uncertainty
3. Indeterminacy
4. Risk
5. Sandlowski and Barroso
6. Global Themes
7. Attride-Stirling
8. Thematic Network
9. Basic Themes
10. Organizing Themes

گام پایانی به بررسی پایایی و اعتبار داده‌ها پرداخته است. سپس به منظور دستیابی به قابلیت اعتماد به داده‌های پژوهش، با بکارگیری روش دلفی فازی، در راستای دستیابی به اجماع در خصوص مضامین مستخرجه از فراترکیب گام برداشته شد. جامعه خبرگانی پژوهش شامل ۱۲ نفر از اساتید و خبرگان دانشگاهی در دانشگاه تهران، دانشگاه عالی دفاع ملی، دانشگاه مالک اشتر، پژوهشکده آینده‌پژوهی مرکز تحقیقات راهبردی و دانشگاه علم و صنعت به شرح جدول (۲) بوده است.

جدول (۲)، طیف خبرگان شرکت‌کننده در دلفی فازی

سطح تحصیلات	رشته تخصصی	جنسیت	تعداد	میزان آشنایی با مفاهیم فازی	میزان آشنایی با مفاهیم آینده‌پژوهی
دکتری	مدیریت راهبردی	مرد	۲	خیلی زیاد	زیاد
دکتری	مدیریت راهبردی	مرد	۱	زیاد	متوسط
دکتری	مدیریت دولتی	مرد	۱	متوسط	زیاد
دکتری	مدیریت صنعتی	مرد	۱	متوسط	زیاد
دکتری	آینده‌پژوهی	مرد	۳	زیاد	خیلی زیاد
دکتری	آینده‌پژوهی	زن	۱	متوسط	خیلی زیاد
دکتری	مهندسی صنایع	مرد	۱	متوسط	زیاد
دکتری	مهندسی صنایع	زن	۱	زیاد	متوسط
دکتری	مدیریت پروژه	مرد	۱	زیاد	زیاد

در انتخاب خبرگان و صاحب‌نظران این نکات مدنظر قرار گرفت که اولاً سابقه علمی و پژوهشی فرد منتخب مرتبط با موضوع پژوهش بوده، ثانیاً عضو هیئت علمی دانشگاه یا پژوهشگاه باشد و همچنین دارای حداقل پنج سال سابقه کاری مرتبط با مطالعات آینده‌پژوهی یا پژوهش‌های راهبردی باشد.

یافته های پژوهش

در راستای تحقق هدف پژوهش مراحل فراترکیب[1] به شرح زیر انجام گردید:

1. Metasynthesis

پاسخ سه گام نخست مطرح شده برای فراترکیب در بخش‌های بیان مسئله، ادبیات پژوهش، پیشینه پژوهش و روش‌شناسی پژوهش ارائه گردید. گام چهارم این پژوهش شامل استخراج اطلاعات از مقالات و مستندات است که در سه مبحث عدم قطعیت، عدم تعیُن و تحلیل ریسک به بررسی مقالات مربوطه پرداخته شد و مضامین پایه، مضمون‌های سازمان‌دهنده و مضامین فراگیر مرتبط با سه مبحث مطروحه در پژوهش‌های مختلف نقشه‌های شناختی فازی مورد بررسی قرار گرفت.

در بررسی مقالات و پژوهش‌های مرتبط با استفاده از واژه‌های مطرح شده در بخش روش‌شناسی، ۶۷ عنوان مقاله یافت شد که این امر تا رسیدن به اشباع نظری داده‌ها انجام پذیرفت. انتخاب پژوهش‌های مناسب (شامل ۶۷ عنوان) از بین ۲۴۳ پژوهش حاصل گردید که بخشی از آنها به علت عدم همخوانی در بخش‌های عنوان (۷۴ مورد) و چکیده (۶۷ مورد) و همچنین محتوا (۳۵ مورد) حذف و در نهایت از بین ۶۷ عنوان منتخب تعداد ۲۴ مضمون فراگیر به شرح جدول (۳) استخراج شد.

جدول (۳)، تحلیل مضمون‌های حاصل از فراترکیب بر پایه روش تحلیل مضمون روش اترید-استرلینگ

مضامین پایه	کد مضمون	مضامین سازمان‌دهنده	مضامین فراگیر
نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در مشخص نمودن عدم قطعیت	U1	عدم قطعیت و عدم دقت مشخصه اصلی فرایندهای شناختی و استدلالی انسانی است که نقشه‌های شناختی فازی با بکارگیری ساختارهای محاسباتی ساده و قابلیت مدل‌سازی و شبیه‌سازی آنها عدم قطعیت و عدم دقت را به حداقل ممکن کاهش می‌دهند (Sacchelli & Fabbrizzi, 2015: 31-40).	کمینه‌ساز عدم قطعیت در فرآیندهای تصمیم‌گیری
	U2	راهنماهایی که بتوان از طریق آنها عدم قطعیت مدل‌های بلوغ را به‌عنوان یک نقشه راه استفاده کرد کم هستند و این مسئله در استفاده از مدل‌های بلوغ در حوزه مدیریت فرایندها به کمک نقشه‌های شناختی فازی امکان‌پذیر خواهد بود (Moghaddam et al, 2023:19-46).	بکارگیری عدم قطعیت در مدل‌های بلوغ به عنوان نقشه راه
	U3	نقشه‌های شناختی فازی یک روش دانش محور علّی	مدل‌سازی

مضامین پایه	کد مضمون	مضامین سازمان‌دهنده	مضامین فراگیر
		برای مدل‌سازی سیستم‌های تصمیم‌گیری پیچیده است که از ترکیب منطق فازی و شبکه‌های عصبی در تعیین عدم قطعیت استفاده می‌کند (Tatarkanov et al, 2022: 368-381).	سیستم‌های تصمیم‌گیری پیچیده
	U4	نقشه‌های شناختی فازی امکان شناخت اجزاء یک پدیده مبهم را داشته و به فهم روابط میان آنها کمک می‌کند (Nair et al, 2019).	شناخت اجزاء یک پدیده مبهم و کمک به فهم روابط میان آنها
	U5	نقشه‌های شناختی فازی زوایای پنهان میان مؤلفه‌ها را در نمایی ترسیمی از روابط شناختی شفاف تشریح می‌کنند تا سازمان‌ها و تصمیم گیرندگان دید مناسبی از ارتباطات و میزان نفوذ علل و پیامدهای آن پدیده کسب کنند (Napoles et al, 2024: 193-215).	اکتساب دید مناسبی از ارتباطات و میزان نفوذ علل و پیامدهای پدیده‌ها
	U6	عدم قطعیت مشخصه فرآیندهای شناختی و استدلالی انسان است که نقشه شناختی فازی برای مدیریت منابع متعدد عدم قطعیت با تخصیص درجات عضویت ایجاد شود بکار گرفته می‌شود (Liu et al, 2019: 842-854).	مدیریت منابع متعدد عدم قطعیت با تخصیص درجات عضویت
	U7	حفاظت مدرن مستلزم پیش بینی‌های قوی در مورد چگونگی تأثیر مدیریت بر اکوسیستم و گونه‌های آن است. عدم قطعیت‌های بزرگ در مورد نوع و قدرت تعاملات، پیش‌بینی‌های مدل را به ویژه غیرقابل اعتماد می‌کند. نقشه‌های شناختی فازی می‌توانند پیش‌بینی‌های قوی در اکوسیستم‌های پیچیده و نامشخص ایجاد کنند (Baker et al, 2018: 122-128).	پیش‌بینی‌های قوی در اکوسیستم‌های پیچیده و نامشخص
	U8	به دلیل رشد روزافزون مفاهیم شایستگی و اثربخشی، زنجیره تأمین برای سازمان‌ها اهمیت فزاینده‌ای پیدا نموده و مدیران به یافتن بهترین پیکربندی زنجیره تأمین برای	ابزاری مناسب برای تعیین وجود علل و روابط بین معیارها و

مضامین پایه	کد مضمون	مضامین سازمان‌دهنده	مضامین فراگیر
		شرکت خود هستند. نقشه شناختی فازی ابزار مناسبی برای تعیین وجود علل و روابط بین معیارها و دشواری بیان روابط متقابل با اعداد واضح است. همچنین با داده‌های نامشخص و مبهم سروکار دارند و امکان نمایش تردید را فراهم می‌کنند (Dursun & Gumus, 2020: 7788-7801).	دشواری بیان روابط متقابل
	U9	کسانی که در موقعیت‌های رهبری قرار دارند، عادت دارند با موقعیت‌های پیچیده و نامطمئن که سرشار از عدم قطعیت هستند سازگاری داشته باشند. مدل‌های اقتصادسنجی برای پیش‌بینی سناریوهای اقتصادی مرتبط استفاده می‌شود، اما این پیش‌بینی‌ها بر عدم قطعیت ناشی از تغییرات جدید تأثیری نمی‌گذارند ازاین‌رو نقشه‌های شناختی فازی یک رویکرد فازی برای توسعه ارائه سناریوهای پیش‌بینی سازگار و قابل اعتماد است که تصمیم‌گیری مدیران و سیاست‌گذاران را در شرایط پیچیده و نامطمئن تسهیل می‌کند (Vena-Oya et al, 2022: 2048-2062).	تسهیل‌کننده تصمیم‌گیری مدیران و سیاست‌گذاران در شرایط پیچیده و نامطمئن
	U10	پیش‌بینی سری‌های زمانی با توجه به غیرخطی بودن و عدم قطعیت آنها همچنان یک مشکل اساسی است که با بکارگیری نقشه شناختی فازی به‌عنوان نوعی ابزار مدل‌سازی مبتنی بر دانش، عمدتاً در حوزه تصمیم‌گیری و پیش‌بینی سری‌های زمانی قابل حل است (Luo et al, 2020: 6835-6850).	ابزاری مدل ساز در حوزه تصمیم‌گیری و پیش‌بینی سری‌های زمانی
	U11	نقشه‌های شناختی فازی روشی مناسب برای طراحی سیستم‌های مبتنی بر دانش است که با ترکیب عدم قطعیت و نقشه‌برداری شناختی فازی، سیستم‌هایی که با ابهام و پیچیدگی مشخص می‌شوند، قابل توصیف هستند (Nápoles et al, 2018: 83-98).	توصیف سیستم‌های دانش مبتنی بر ابهام و پیچیدگی

مضامین پایه	کد مضمون	مضامین سازمان‌دهنده	مضامین فراگیر
نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در مشخص نمودن عدم تعیُن	I1	توجه به نقشه شناختی فازی، تصمیم‌گیری اصولی و علمی برون‌سپاری خدمات در زنجیره تأمین ورزش همگانی، حاصل توجه همه جانبه به شاخص‌های تصمیم‌گیری است (Dursun et al, 2020: 6645-6655).	توجه همه جانبه به شاخص‌های تصمیم‌گیری
	12	نگاشت شناختی فازی، این ماهیت را دارد که مسائل پیچیده و مبهم را به صورت عَلی ساختاردهی و کمی‌سازی نماید (Groumpos, 2018: 247-264).	ساختاردهی و اولویت‌بندی ابعاد و مؤلفه‌های کلیدی
	I3	استفاده از نقشه شناختی فازی در تعیین روابط علّی بین اجزاء زنجیره تأمین (Sangbor et al, 2019: 5-29).	تعیین روابط علّی بین اجزای زنجیره تأمین
	I4	نقشه شناختی فازی با به‌کارگیری مفاهیم فازی و شبکه‌های عصبی قابلیت تبدیل مفاهیم و شاخص‌های کیفی را در یک بازه صفر و یک به ارزش کمی دارد و با ایجاد حلقه بازخوردی باعث می‌شود که مدل روابط علّی به تعادل برسد (Assuncao et al, 2020: 261-275).	به تعادل رسیدن روابط علّی
	I5	نقشه‌های شناختی فازی با تحلیل شاخص‌های مرکزیت مهمترین ابعاد تشکیل‌دهنده یک مفهوم را شناسایی و با استفاده از روابط علّی مجموعه روابط متغیرها با یکدیگر را بررسی می‌کنند (Engome Tchupo, 2018: 243).	شناسایی مهمترین ابعاد تشکیل‌دهنده یک مفهوم
	I6	نقشه‌های شناختی فازی هم روابط علّی بین مفاهیم و هم حالت‌های مختلف ارتباط مفاهیم را از طریق مجموعه‌های فازی توصیف می‌کنند (Zhang et al, 2018: 16-30).	توصیف روابط علّی بین مفاهیم و حالت‌های مختلف ارتباط مفاهیم با همدیگر
	I7	تحلیل‌های ایستا و پویا درک عمیقی از روابط علت و معلولی بین عوامل تعیین‌کننده کارآفرینی دیجیتال را به کمک نقشه‌های شناختی فازی ایجاد می‌کند (Ladeira et al, 2019: 1077-1101).	بررسی عوامل تعیین‌کننده کارآفرینی دیجیتال

مضامین پایه	کد مضمون	مضامین سازمان‌دهنده	مضامین فراگیر
نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در تحلیل ریسک	R1	نقشه‌های شناختی فازی امکان شناخت اجزای یک موضوع با ریسک‌های مختلف را داشته و به تعیین میزان آن و برآورد سطح آن کمک می‌کند (Bakhtavar et al, 2021: 621-637).	شناخت اجزاء یک موضوع با ریسک‌های مختلف
	R2	نقشه‌های شناختی فازی امکان استخراج نقطه نظرات مورد توافق از لابه‌لای نظرات مختلف درباره ریسک‌های مختلف پدیده را دارا هستند (Sanchez et al, 2019: 105-117).	استخراج نقطه نظرات مورد توافق از لابه‌لای نظرات مختلف درباره ریسک‌های انجام یک پدیده
	R3	استفاده از فرآیند تحلیل حساسیت نقشه شناختی فازی به منظور شناسایی رفتار عوامل کلیدی برای حالت‌های مختلف پیشران‌ها و ارزیابی ریسک انتخاب آنها و تدوین روایت‌های سناریوها بر اساس ریسک‌های حاصل از پیشران‌های کلیدی (Asghari et al, 2023: 1-26).	شناسایی رفتار عوامل کلیدی برای حالت های مختلف پیشران‌ها بر پایه ریسک‌های حاصل از آن‌ها
	R4	نقشه‌های شناختی فازی دیدی سیستمی از مسئله ایجاد می‌کنند تا مدیران سازمان‌ها در تصمیم‌گیری مناسب و سریع ضمن بررسی ریسک‌ها و پیچیدگی‌های روابط شاخص‌های مرتبط با آن، این امر را به انجام برسانند (Groumpos, 2018: 247-264).	ایجاد دید سیستمی در تصمیم‌گیری مناسب و سریع با بررسی ریسک‌ها و پیچیدگی‌های روابط شاخص‌های مرتبط با آن
	R5	نقشه شناختی فازی برای ارزیابی اثربخشی اقدامات متقابل مورد بهره‌برداری قرار گرفته که از منطق فازی و استدلال شواهد در تبدیل مقادیر ورودی و به دست آوردن قدرت اتصالات یکپارچه در تعیین ریسک‌های وارد بر یک موضوع	ارزیابی اثربخشی اقدامات متقابل و تعیین ریسک‌های وارد بر آن‌ها

مضامین پایه	کد مضمون	مضامین سازمان‌دهنده	مضامین فراگیر
		استفاده می‌کند (Wang et al, 2019: 352-364).	
	R6	یکی از دغدغه‌های اصلی مدیریت ریسک در مؤسسات مالی، اندازه‌گیری ریسک عملیاتی و ارزش آن در معرض ریسک است که علاوه بر کمی‌سازی ریسک، شناسایی مکانیسم علّی منجر به زیان عملیاتی برای برنامه‌ریزی فعالیت‌های کاهش ریسک ضروری است از این رو نقشه‌های شناختی فازی به منظور بهبود قابلیت مدل‌سازی ریسک‌های عملیاتی پیشنهاد می‌شود (Azar & Dolatabad, 2019: 607-617).	بهبود قابلیت مدل‌سازی ریسک‌های عملیاتی

در گام پنجم از فرآیند انجام این پژوهش، ۲۴ مضمون فراگیر استخراج شده با یک کد به صورت مفهومی در سه دسته نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در مشخص نمودن عدم قطعیت، عدم تعیُن و تحلیل ریسک طبقه‌بندی و در یک پرسشنامه در اختیار ۱۲ خبره مندرج در جدول (۲) قرار گرفت تا با استفاده از امتیازاتی که به مضامین فراگیر مستخرجه می‌دهند، فرآیند دلفی فازی تکمیل گردد.

برای فازی‌سازی اعداد از روش پیشنهادی مارتینز و کانل[1] (۲۰۱۱) بهره گرفته شد (خادمی و همکاران، ۱۴۰۳: ۷۳-۹۴) که ابتدا میانگین اعداد فازی و سپس میانگین قطعی محاسبه می‌شود. به دلیل جلوگیری از ایجاد ابهام برای خبرگان و دستیابی سریع‌تر به درک مشترک نسبت به مضامین مستخرجه از روش فازی مثلثی استفاده شد. در این مسیر از دو شاخص پراکندگی انحراف بین چارکی و انحراف معیار استفاده شد، چرا که هر چقدر مقدار این دو شاخص به صفر نزدیک‌تر باشد، پراکندگی نظرات خبرگان کمتر خواهد بود. بر اساس نتایج حاصله در دور اول دلفی فازی، مضامینی که میانگین قطعی دی فازی شده آنها از ۰/۷ بیشتر بود، مورد تائید قرار گرفت. ضمن اینکه هر چقدر مقدار حاصله به یک نزدیک‌تر باشد، اهمیت آن مؤلفه از دید خبرگان بالاتر است.

1. Martinez & Kanel

بر اساس آنچه مطرح شد، نتایج دور اول دلفی فازی مثلثی برای مضامین مستخرجه به شرح جدول (۴) است.

جدول (۴)، نتایج دور اول دلفی فازی مثلثی مضامین مستخرجه

ردیف	عنوان مضمون	کد مضمون	IQR	SD	میانگین فازی شده	میانگین قطعی	نتیجه دلفی فازی
۱	کمینه‌ساز عدم قطعیت در فرآیندهای تصمیم‌گیری	U1	۱	۰/٦	(۰/۹۸۱، ۰/۹۰۸، ۰/٦٥٨)	۰/۸٤۹	تأیید
۲	بکارگیری عدم قطعیت در مدل‌های بلوغ به عنوان نقشه راه	U2	۲	۱/۸٤	(۰/۷۰٦، ۰/٦۲۳، ۰/٤۱۱)	۰/٥۸۰	رد
۳	مدل‌سازی سیستم‌های تصمیم‌گیری پیچیده	U3	۱	۰/۷۹	(۰/۷۰٦، ۰/٦۲۳، ۰/٤۱۱)	۰/۸۸۸	تأیید
٤	شناخت اجزاء یک پدیده مبهم و کمک به فهم روابط میان آنها	U4	۱	۰/۸٤	(۰/۹۰۸، ۰/۹۱۷، ۰/۸٥٤)	۰/۸۹۳	تأیید
٥	اکتساب دید مناسبی از ارتباطات و میزان نفوذ علل و پیامدهای پدیده‌ها	U5	۱	۰/۹۷	(۰/۷۱٤، ۰/۷۰٥، ۰/٦۱۲)	۰/٦۷۷	رد
٦	مدیریت منابع متعدد عدم قطعیت با تخصیص درجات عضویت	U6	۱/۷٥	۱/۳۸	(۰/٦٤۱، ۰/٦۷۹، ۰/٥٥٤)	۰/٦۲٥	رد
۷	پیش‌بینی‌های قوی در اکوسیستم‌های پیچیده و نامشخص	U7	۱	۰/۷٦	(۰/۸۹۰، ۰/۹۱۲، ۰/۸۹۲)	۰/۸۹۸	تأیید
۸	ابزاری مناسب برای تعیین وجود علل و روابط بین معیارها و دشواری بیان روابط متقابل	U8	۰	۰/٥٦	(۰/۸۲۹، ۰/۹۰۱، ۰/۷۸٦)	۰/۸۳۹	تأیید
۹	تسهیل‌کننده تصمیم‌گیری	U9	۱/۷٥	۱/٦۷	(۰/٥۲۹،	۰/٥٤۸	رد

ردیف	عنوان مضمون	کد مضمون	IQR	SD	میانگین فازی شده	میانگین قطعی	نتیجه دلفی فازی
	مدیران و سیاست‌گذاران در شرایط پیچیده و نامطمئن				(۰/۶۹۲، ۰/۴۲۳)		
۱۰	ابزاری مدل‌ساز در حوزه تصمیم‌گیری و پیش‌بینی سری‌های زمانی	U10	۱	۰/۷۶	(۰/۹۱۱، ۰/۷۵۲، ۰/۸۵۶)	۰/۸۴۰	تأیید
۱۱	توصیف سیستم‌های دانش مبتنی بر ابهام و پیچیدگی	U11	۱	۰/۶۲	(۰/۹۲۳، ۰/۸۴۶، ۰/۸۶۷)	۰/۸۷۹	تأیید
۱۲	توجه همه جانبه به شاخص‌های تصمیم‌گیری	I1	۱/۲۵	۰/۵۹	(۰/۹۰۴، ۰/۸۹۹، ۰/۹۰۸)	۰/۹۰۴	تأیید
۱۳	ساختاردهی و اولویت‌بندی ابعاد و مؤلفه‌های کلیدی	12	۱	۰/۷۲	(۰/۹۰۱، ۰/۸۸۷، ۰/۷۸۹)	۰/۸۵۹	تأیید
۱۴	تعیین روابط علّی بین اجزاء زنجیره تأمین	I3	۲	۱/۴۴	(۰/۷۰۳، ۰/۶۹۷، ۰/۵۹۸)	۰/۶۶۶	رد
۱۵	به تعادل رسیدن روابط علّی	I4	۰	۰/۴۸	(۰/۸۳۲، ۰/۸۴۱، ۰/۸۵۳)	۰/۸۴۲	تأیید
۱۶	شناسایی مهمترین ابعاد تشکیل‌دهنده یک مفهوم	I5	۱/۲۵	۰/۵۳	(۰/۸۶۴، ۰/۸۸۹، ۰/۹۰۲)	۰/۸۸۵	تأیید
۱۷	توصیف روابط علّی بین مفاهیم و حالت‌های مختلف ارتباط مفاهیم با همدیگر	I6	۱	۰/۶۵	(۰/۸۷۹، ۰/۸۶۹، ۰/۹۰۱)	۰/۸۸۳	تأیید
۱۸	بررسی عوامل تعیین‌کننده کارآفرینی دیجیتال	I7	۲	۱/۲۳	(۰/۶۱۸، ۰/۵۸۶، ۰/۵۲۳)	۰/۵۷۶	رد
۱۹	شناخت اجزاء یک موضوع با ریسک‌های مختلف	R1	۲	۱/۵۹	(۰/۴۹۹، ۰/۴۲۸، ۰/۴۱۲)	۰/۴۴۶	رد
۲۰	استخراج نقطه نظرات مورد توافق از لابه لای نظرات مختلف درباره ریسک‌های	R2	۱/۷۵	۱/۷۳	(۰/۶۳۸، ۰/۵۸۶، ۰/۷۲۳)	۰/۶۴۹	رد

ردیف	عنوان مضمون	کد مضمون	IQR	SD	میانگین فازی شده	میانگین قطعی	نتیجه دلفی فازی
	انجام یک پدیده						
۲۱	شناسایی رفتار عوامل کلیدی برای حالت‌های مختلف پیشران‌ها بر پایه ریسک‌های حاصل از آنها	R3	۱	۰/٦۹	(۰/۸۲۱، ۰/۸۷۱، ۰/۷۱۲)	۰/۸۰۱	تأیید
۲۲	ایجاد دید سیستمی در تصمیم‌گیری مناسب و سریع با بررسی ریسک‌ها و پیچیدگی‌های روابط شاخص‌های مرتبط با آن	R4	۱	۰/۸۳	(۰/۸٤۳، ۰/۸۹٦، ۰/۸۵۷)	۰/۸٦۵	تأیید
۲۳	ارزیابی اثربخشی اقدامات متقابل و تعیین ریسک‌های وارد بر آنها	R5	۱	۰/٤۹	(۰/۷٤۸، ۰/۷۵۹، ۰/۷۵۲)	۰/۷۵۳	تأیید
۲٤	بهبود قابلیت مدل‌سازی ریسک‌های عملیاتی	R6	۱/۲۵	۰/۸۳	(۰/۷۰۰، ۰/۵۸٤، ۰/۵۹۸)	۰/٦۲۷	رد

نتایج حاصل از دور اول دلفی نشان داد که بر اساس نظر خبرگان از تعداد یازده مضمون در حوزه نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در مشخص نمودن عدم قطعیت، چهار مضمون؛ در حوزه نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در مشخص نمودن عدم تعیُن دو مضمون و در حوزه نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در تحلیل ریسک، سه مضمون به شرح جدول (۵) حد نصاب لازم را کسب ننمودند.

جدول (۵)، مضامین بکارگرفته شده جهت اجرای دور دوم دلفی فازی

ردیف	مضمون پایه	عنوان مضمون	کد مضمون
۱	نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در مشخص	بکارگیری عدم قطعیت در مدل‌های بلوغ به‌عنوان نقشه راه	U2
۲		اکتساب دید مناسبی از ارتباطات و میزان نفوذ علل و	U5

ردیف	مضمون پایه	عنوان مضمون	کد مضمون
	نمودن عدم قطعیت	پیامدهای پدیده‌ها	
۳		مدیریت منابع متعدد عدم قطعیت با تخصیص درجات عضویت	U6
٤		تسهیل‌کننده تصمیم‌گیری مدیران و سیاست‌گذاران در شرایط پیچیده و نامطمئن	U9
٥	نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در مشخص نمودن عدم تعیُن	تعیین روابط علّی بین اجزاء زنجیره تأمین	I3
٦		بررسی عوامل تعیین‌کننده کارآفرینی دیجیتال	I7
۷	نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در تحلیل ریسک	شناخت اجزاء یک موضوع با ریسک‌های مختلف	R1
۸		استخراج نقطه نظرات مورد توافق از لابه لای نظرات مختلف درباره ریسک‌های انجام یک پدیده	R2
۹		بهبود قابلیت مدل‌سازی ریسک‌های عملیاتی	R6

پرسشنامه مرحله دوم دلفی شامل نُه مؤلفه‌ای است که تأئیدیه لازم را از خبرگان کسب ننموده بودند. در این مرحله برای اطلاع خبرگان میانگین قطعی نظرات مرحله قبل آنها ارائه و از آنها خواسته شد با توجه نظرات قبلی، مجدداً در خصوص مضامین مستخرجه نظرات خود را ارائه نمایند. در جدول (۶) میانگین فازی و قطعی مرحله دوم فازی و نیز تفاوت نظرات میانگین قطعی مراحل اول و دوم ارائه شده است.

جدول (۶)، میانگین فازی و قطعی مرحله دوم فازی و تفاوت نظرات میانگین قطعی مراحل اول و دوم

ردیف	عنوان مضمون	کد مضمون	IQR	SD	میانگین فازی شده در مرحله دوم	میانگین قطعی مرحله اول	میانگین قطعی مرحله دوم	نتیجه دلفی فازی	اختلاف دو میانگین
۱	بکارگیری عدم قطعیت در مدل‌های بلوغ به عنوان نقشه‌راه	U2	۲	۰/۹۴	(۰/۷۲۱، ۰/۶۵۹، ۰/۴۳۸)	۰/۵۸۰	۰/۶۰۶	رد	۰/۰۲۶
۲	اکتساب دید مناسبی از ارتباطات و میزان نفوذ	U5	۱	۱/۲۱	(۰/۷۳۱، ۰/۷۰۱، ۰/۷۲۱)	۰/۶۷۷	۰/۷۱۸	تأیید	۰/۰۴۱

ردیف	عنوان مضمون	کد مضمون	IQR	SD	میانگین فازی شده در مرحله دوم	میانگین قطعی مرحله اول	میانگین قطعی مرحله دوم	نتیجه دلفی فازی	اختلاف دو میانگین
	علل و پیامدهای پدیده‌ها								
۳	مدیریت منابع متعدد عدم قطعیت با تخصیص درجات عضویت	U6	۱	۰/۸۷	(۰/۷۴۲، ۰/۷۱۸، ۰/۷۰۰)	۰/۶۲۵	۰/۷۲۰	تأیید	۰/۰۹۵
٤	تسهیل کننده تصمیم‌گیری مدیران و سیاست‌گذاران در شرایط پیچیده و نامطمئن	U9	۱	۰/۹	(۰/۵۷۸، ۰/۶۹۹، ۰/۴۵۶)	۰/۵۴۸	۰/۵۷۸	رد	۰/۰۳۰
٥	تعیین روابط علّی بین اجزاء زنجیره تأمین	I3	۱	۰/۹۳	(۰/۷۲۸، ۰/۶۹۹، ۰/۷۰۹)	۰/۶۶۶	۰/۷۱۲	تأیید	۰/۰۴۶
٦	بررسی عوامل تعیین کننده کارآفرینی دیجیتال	I7	۱	۰/۹۴	(۰/۶۳۹، ۰/۵۹۴، ۰/۵۳۶)	۰/۵۷۶	۰/۵۹۰	رد	۰/۰۱۴
۷	شناخت اجزاء یک موضوع با ریسک‌های مختلف	R1	۱	۱/۲۷	(۰/۵۲۹، ۰/۴۸۳، ۰/۴۸۹)	۰/۴۴۶	۰/۵۰۰	رد	۰/۰۵۴
۸	استخراج نقطه نظرات مورد توافق از لابه لای نظرات مختلف درباره ریسک‌های انجام یک پدیده	R2	۱	۱/۲۶	(۰/۶۴۹، ۰/۶۱۱، ۰/۷۲۹)	۰/۶۴۹	۰/۶۶۳	رد	۰/۰۱۴
۹	بهبود قابلیت مدل‌سازی ریسک‌های عملیاتی	R6	۱	۱/۲۳	(۰/۷۱۱، ۰/۶۹۹، ۰/۷۰۰)	۰/۶۲۷	۰/۷۰۳	تأیید	۰/۰۷۶

بر اساس جدول (۶)، با توجه به نظرات خبرگان در دور دوم دلفی فازی، چهار مضمون از بین نُه مضمون رد شده در دور اول حائز حداقل شرایط لازم (میانگین قطعی مرحله دوم بالاتر از ۰/۷) گردید و با توجه به اینکه اختلاف میانگین برای تمامی مضامین کمتر از ۰/۱ شد، به توافق رسیده و نظرسنجی متوقف می‌شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

پژوهش حاضر با رویکرد فراترکیب در پی تبیین نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در پژوهش‌های مبتنی بر آینده است که بعد از انجام مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای در پژوهش‌های انجام شده با روش مذکور، نقش و جایگاه این‌گونه نقشه‌ها در سه حوزه تعیین نمودن عدم قطعیت، مشخص نمودن عدم تعیُن و تحلیل ریسک با توجه به مضامین مستخرجه بررسی شد.

در بررسی‌های اولیه یازده مضمون بر پایه کارکرد نقشه‌های شناختی فازی در رابطه با تعیین عدم قطعیت شناسایی شد که شامل کمینه‌ساز عدم قطعیت در فرآیندهای تصمیم‌گیری، بکارگیری عدم قطعیت در مدل‌های بلوغ به عنوان نقشه راه، مدل‌سازی سیستم‌های تصمیم گیری پیچیده، شناخت اجزاء یک پدیده مبهم و کمک به فهم روابط میان آنها، اکتساب دید مناسبی از ارتباطات و میزان نفوذ علل و پیامدهای پدیده‌ها، مدیریت منابع متعدد عدم قطعیت با تخصیص درجات عضویت، پیش‌بینی‌های قوی در اکوسیستم‌های پیچیده و نامشخص، ابزاری مناسب برای تعیین وجود علل و روابط بین معیارها و دشواری بیان روابط متقابل، تسهیل‌کننده تصمیم‌گیری مدیران و سیاست‌گذاران در شرایط پیچیده و نامطمئن، ابزاری مدل‌ساز در حوزه تصمیم‌گیری و پیش‌بینی سری‌های زمانی و توصیف سیستم‌های دانش مبتنی بر ابهام و پیچیدگی بود که از این بین دو مضمون بکارگیری عدم قطعیت در مدل‌های بلوغ به عنوان نقشه راه و تسهیل‌کننده تصمیم‌گیری مدیران و سیاست‌گذاران در شرایط پیچیده و نامطمئن به علت عدم دریافت نظر توافقی خبرگان در دو مرحله اجرای دلفی فازی حذف گردید.

در مباحث مرتبط با مطالعه آینده‌ها زمانی که قرار است تصمیمی گرفته شود، عدم قطعیت در این است که تصمیم‌گیر نمی‌داند کدام موقعیت طبیعی رخ می‌دهد. در مواجهه با عدم‌قطعیت‌های متفاوت، اساسی‌ترین مساله، یافتن منبع ایجاد این عدم قطعیت است. تنها دلیل ایجاد عدم اطمینان در رابطه با یک مورد خاص، نبود آگاهی کافی در آن زمینه است. آن‌جا که پای نبود دانش انسان در مورد جهان مادی به میان می‌آید، با عدم قطعیت دانشی روبه‌رو هستیم اما آنگاه که پیچیدگی ارزش‌ها و آرمان‌های سازمانی و اجتماعی بشر وجود دارد، تغییرپذیری طبیعی است که پای عدم‌قطعیت را پیش می‌کشد. تغییرپذیری طبیعی به مشاهدات تصادفی در طبیعت بر می‌گردد و

عدم قطعیت دانش به وضعیت تحلیل اطلاعات ما در مورد سیستم و میزان توانایی بشر برای اندازه‌گیری و مدل نمودن آن مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. مضامین مستخرجه نشان داد که در موضوعات مختلف پژوهشی مطالعات آینده با افزایش تعداد مقوله‌ها، پیچیدگی‌ها نیز افزایش می‌یابد، لذا باید تلاش کرد تا مجموعه‌ی مقوله‌ها به کم‌ترین حد ممکن برسد که این مهم فقط در حد توصیف کامل پیامد مصداق می‌یابد و نه بیشتر. از جمله اینکه در پژوهش‌هایی مانند آسانکائو و همکاران[1] (۲۰۲۰)، اسلامی امیرآبادی و میرزایی (۱۴۰۰)، لائو و همکاران[2] (۲۰۲۰) و پاپاجورجیو و همکاران[3] (۲۰۱۲) نقشه‌های شناختی فازی به‌منظور تجزیه و تحلیل پیامدهای اجتماعی- اقتصادی و غلبه بر عدم قطعیت‌ها جهت ترسیم وضعیت شفاف در محیط‌های خاکستری به‌کار گرفته شده‌اند، در این محیط‌ها پیچیدگی با پویا شدن سیستم به حداکثر خود می‌رسد اما برای ترسیم و تعریف نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در مطالعات آینده‌پژوهی بایستی مقوله‌ها جداگانه و بدون هیچ‌گونه همپوشانی با میزان عدم قطعیت آنها رصد شوند که با توجه به اجزاء وجودی نقشه‌های شناختی فازی شامل یال‌ها و گره‌ها می‌توان آنها را به‌عنوان ابزاری در انتخاب هوشمندانه از بین عدم قطعیت‌های ممکن بکار گرفت. در واقع مضامین استخراج شده بر این موضوع تأکید دارند که نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در حوزه مطالعات آینده‌پژوهی در بحث مهم و حساس تصمیم‌گیری و فرایندهای مربوطه، نمود پیدا می‌کند.

در بحث مشخص نمودن عدم تعیُن بر اساس مطالعات انجام پذیرفته هفت مضمون شامل ساختاردهی و اولویت‌بندی ابعاد و مؤلفه‌های کلیدی، تعیین روابط علّی بین اجزای زنجیره تأمین، به تعادل رسیدن روابط علّی، شناسایی مهمترین ابعاد تشکیل‌دهنده یک مفهوم، توصیف روابط علّی بین مفاهیم و حالت‌های مختلف ارتباط مفاهیم با همدیگر و بررسی عوامل تعیین‌کننده کارآفرینی دیجیتال استخراج گردید. سپس با اجرای فرآیند دو مرحله‌ای دلفی فازی دو مضمون تعیین روابط علّی بین اجزای زنجیره تأمین و بررسی عوامل تعیین‌کننده کارآفرینی دیجیتال حذف گردید. با توجه به مضامین مستخرجه دیدگاه محققینی همچون سنگبور و همکاران[4] (۲۰۱۹)،

1. Assuncao et al
2. Lao et al
3. Papageorgiou et al
4. Sangbor et al

گرامپوس[1] (۲۰۱۸)، دورسان و همکاران[2] (۲۰۲۰)، آسانکائو و همکاران (۲۰۲۰) و ژانگ و همکاران[3] (۲۰۱۸) در بکارگیری نقشه‌های شناختی فازی، شرایط علّی را شامل مجموعه عواملی می‌دانند که بر مقوله محوری تأثیر می‌گذارند و آنها را رویدادهایی برمی‌شمارند که موقعیت‌ها، مباحث و مسائل مرتبط با پدیده را خلق و تا حدودی تشریح می‌کنند که چرا و چگونه افراد و گروه‌ها به این پدیده مبادرت می‌ورزند. در واقع، منظور از شرایط علّی را، رویدادها و اتفاقاتی می‌دانند که بر این پدیده تأثیر گذاشته و منجر به بروز آن می‌شوند. یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که شرایط علّی شامل مجموعه عواملی هستند که بر مقوله محوری تأثیر می‌گذارند و رویدادهایی هستند که موقعیت‌ها، مباحث و مسائل مرتبط با پدیده را خلق و تا حدودی تشریح می‌کنند که چرا و چگونه افراد و گروه‌ها به این پدیده مبادرت می‌ورزند. در واقع، منظور از شرایط علّی، رویدادها و اتفاقاتی است که بر پدیده تأثیر گذاشته و منجر به بروز آن می‌شوند و با توانمندی که در ماهیت فازی بودن این ابزار وجود دارد به خوبی قابل استفاده در مشخص نمودن تعیُن و عدم تعیُن بر پایه روابط علّی است. لذا با توجه به مضامین مستخرجه‌ای که پس از اجرای دو مرحله دلفی فازی مورد توافق نهایی خبرگان قرار گرفته، نقش عملکردی نقشه‌های شناختی فازی در تعیین عدم تعیُن مبتنی بر تبیین روابط علّی بین پدیده‌ها و عوامل اثرگذار تعریف می‌گردد.

در حوزه تحلیل ریسک بر پایه مطالعات انجام شده شش مضمون شامل شناخت اجزاء یک موضوع با ریسک‌های مختلف، استخراج نقطه نظرات مورد توافق از لابه لای نظرات مختلف درباره ریسک‌های انجام یک پدیده، شناسایی رفتار عوامل کلیدی برای حالت‌های مختلف پیشران‌ها بر پایه ریسک‌های حاصل از آنها، ایجاد دید سیستمی در تصمیم‌گیری مناسب و سریع با بررسی ریسک‌ها و پیچیدگی‌های روابط شاخص‌های مرتبط با آن، ارزیابی اثربخشی اقدامات متقابل و تعیین ریسک‌های وارد بر آنها و بهبود قابلیت مدل‌سازی ریسک‌های عملیاتی استخراج گردید که از بین شش مضمون مستخرجه در دور دوم دلفی فازی دو مضمون شناخت اجزاء یک موضوع با ریسک‌های مختلف و استخراج نقطه نظرات مورد توافق از لابه لای نظرات مختلف درباره ریسک‌های انجام یک پدیده نظر موافق خبرگان را کسب ننموده و لذا از بین مضامین

1. Groumpos
2 Dursun et al
3. Zhang et al

مستخرجه حذف شدند. پژوهش‌های انجام شده در حوزه بکارگیری نقشه‌های شناختی فازی و تحلیل ریسک از سوی پژوهشگرانی مانند بختاور و همکاران[1] (۲۰۲۱)، سانچز و همکاران[2] (۲۰۱۹)، وانگ و همکاران[3] (۲۰۱۹) و گرامپوس (۲۰۱۸) با نگاه سیستمی است که برآیند مضامین مستخرجه مؤید این موضوع است که تجزیه و تحلیل ریسک به کمک نقشه‌های شناختی فازی، زمینه لازم را برای اجرای برنامه‌ها بر پایه پیامدها، نتایج حاصل از این پیامدها و تحلیل ریسک آنها فراهم می‌کند.

با توجه به مضامینی که از نقشه‌های شناختی حاصل شد پیشنهاد می‌گردد:

- نقشه‌های شناختی فازی به عنوان یک ابزار تحلیلی مورد استفاده محققین، دانشجویان و صاحب‌نظران در رابطه مطالعات آینده‌پژوهی بر پایه مفاهیم شناختی قرار بگیرد.
- یکی از کاربردهای گسترده‌ای که می‌توان برای نقشه‌های شناختی فازی تعریف کرد، با توجه به عدم محدودیت در تعداد یال‌ها و گره‌های آنها، تدوین سناریوهای علّی می‌باشد.

با توجه به آنچه در پیشنهاد دوم مطرح شد، اصلح است در پژوهشی جداگانه عملکرد نقشه‌های شناختی فازی در تحلیل لایه‌ای علت‌ها مورد واکاوی قرار گیرد.

1. Bakhtavar et al
2. Sanchez et al
3. Wang et al

فهرست منابع

منابع فارسی

- اسلامی امیرآبادی، فریبا. و میرزایی، کمال. (۱۴۰۰). نقشه‌های شناختی فازی؛ رویکردی پیشرفته برای مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده. دانشنامهٔ تحول دیجیتال، ۲(۴)، ۸۴-۹۷.

- اسماعیل پور، علی. و عرب بافرانی، محمدرضا. (۱۴۰۱). فراتحلیل روش سناریونویسی در آینده‌پژوهی. آینده پژوهی انقلاب اسلامی، ۳(۲)، ۹۵-۱۴۰.

- پراژنگ، امیرعباس. و وقوفی، امید. (۱۴۰۱). مقدمه ای بر آینده اندیشی از منظر مسیحیت. آینده پژوهی انقلاب اسلامی، ۳(۲)، ۱۷۳-۱۹۹.

- جهانگشای رضایی، مصطفی، یوسفی، ساموئل، و باقری، مجید. (۱۳۹۷). رویکردی ترکیبی برای اولویت بندی ریسک بر اساس تحلیل خطا و نقشه شناختی فازی (مطالعه موردی: صنعت قطعات خودرویی). نشریه مهندسی صنایع (دانشکده فنی دانشگاه تهران)، ۵۲(۲)، ۱۹۳-۲۰۵.

- خادمی، صدیقه. دبیرمقدم، محمد. مؤمنی، فرشته. (۱۴۰۳). بررسی فرانقش بینافردی در گفتمان بیماران مبتلا به اسکیزوفرنی و افراد سالم براساس دستور نقشگرای نظام‌بنیاد هلیدی. نشریه پژوهش های زبان شناسی، ۱۶(۱)، ۷۳-۹۴.

- رضوی، سید مهدی. بالونژادنوری، روزبه. کوثری، سحر. و ثقفی، فاطمه. (۱۴۰۲). ارائه الگوی مفهومی آمادگی برای ورود به دولت پلتفرمی. آینده پژوهی انقلاب اسلامی، ۵(۱)، ۱۳۹-۱۵۶.

- شرفی، علی. نوروزی، علیرضا. اسمعیلی گیوی، محمدرضا، حیدری دهوئی، جلیل. (۱۳۹۹). ارائه مدل مفهومی مدیریت دانش اجتماعی با استفاده از روش فراترکیب. مدیریت دانش سازمانی، ۳(۲)، ۵۱-۹۶.

- طهرائی نصرآبادی، زهرا. مطهری، سعید. فراهانی، مریم. و آزادبخت، بیتا. (۱۴۰۲). طراحی مدل جلب مشارکت براساس مولفه‌های تاثیرگذار و تاثیرپذیر آن در حوزه محیط‌زیست. پایداری، توسعه و محیط زیست، ۴(۲)، ۸۳-۱۰۷.

- فرهادی، علی. و رشیدی، ابراهیم. (۱۴۰۲). بررسی ارتباط تعاملی آینده‌پژوهی با سیاستگذاری در مواجه با عدم قطعیت. سیاست پژوهی تحول در علوم انسانی، ۲(۴)، ۷۷-۹۶.

- کوثری، سحر. و سادات رحمتی، فاطمه. (۱۳۹۸). مطالعات آینده و نقش آن در سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری. سیاست علم و فناوری، ۱۲(۲)، ۱۰۳-۱۱۸.

- کولیوند، خلیل. و شیروانی ناغانی، مسلم. (۱۴۰۲). آینده‌نگاری راهبردی کمیته امداد امام خمینی (ره) استان قزوین در افق ۱۴۰۷. آینده پژوهی انقلاب اسلامی، ۵(۱)، ۱۰۷-۱۳۸.

- یوسفی، محمد. حاجیانی، ابراهیم، و یامی، مجید. (۱۴۰۲). تصویرپردازی قابلیت ها و کارکردهای آینده رباتیک در افق ۱۴۱۴. آینده پژوهی انقلاب اسلامی، ۴(۱)، ۱۶۳-۱۹۱.

منابع انگلیسی

- Al-Gunaid, M. A., Salygina, I. I., Shcherbakov, M. V., Trubitsin, V. N., & Groumpos, P. P. (2021). Forecasting potential yields under uncertainty using fuzzy cognitive maps. Agriculture & Food Security, 10(1), Pp 2-10.
- Alipour, M., Hafezi, R., Amer, M., & Akhavan, A. N. (2017). A new hybrid fuzzy cognitive map-based scenario planning approach for Iran's oil production pathways in the post–sanction period. Energy, 135, 851-864.
- Apostolopoulos, I. D., & Groumpos, P. P. (2023). Fuzzy cognitive maps: their role in explainable artificial intelligence. Applied Sciences, 13(6), Pp 12-34.
- Asghari, S., & Akbarpour Shirazi, M. (2023). Presenting Iran's future higher education scenarios using fuzzy cognitive maps. Quarterly Journal of Research and Planning in Higher Education, 24(1), 1-26.
- Assunção, E. R. G. T. R., Ferreira, F. A. F., Meidutė-Kavaliauskienė, I., Zopounidis, C., Pereira, L. F., & Correia, R. J. C. (2020). Rethinking urban sustainability using fuzzy cognitive mapping and system dynamics. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 27(3), 261-275.
- Azar, A., & Dolatabad, K. M. (2019). A method for modelling operational risk with fuzzy cognitive maps and Bayesian belief networks. Expert systems with applications, 115, 607-617.
- Baker, C. M., Holden, M. H., Plein, M., McCarthy, M. A., & Possingham, H. P. (2018). Informing network management using fuzzy cognitive maps. Biological Conservation, 224, 122-128.
- Bakhtavar, E., Valipour, M., Yousefi, S., Sadiq, R., & Hewage, K. (2021). Fuzzy cognitive maps in systems risk analysis: a comprehensive review. Complex & Intelligent Systems, 7, 621-637.
- Bell, W. (2017). Foundations of futures studies: Volume 2: Values, objectivity, and the good society. Routledge.
- Cascaldi-Garcia, D., Sarisoy, C., Londono, J. M., Sun, B., Datta, D. D., Ferreira, T., ... & Rogers, J. (2023). What is certain about uncertainty?. Journal of Economic Literature, 61(2), 624-654.
- Dodurka, M. F., Yesil, E., & Urbas, L. (2016). Analysis of fuzzy cognitive maps from ambiguity and fuzziness perspective. In 2016 IEEE 17th International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI), IEEE. (pp. 265-270).
- Dursun, M., & Gumus, G. (2020). Intuitionistic fuzzy cognitive map approach for the evaluation of supply chain configuration criteria. Mathematical Methods in the Applied Sciences, 43(13), 7788-7801.
- Dursun, M., Goker, N., & Mutlu, H. (2020). A cognitive map integrated intuitionistic fuzzy decision-making procedure for provider selection in project management. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 39(5), 6645-6655.
- Engome Tchupo, D. (2018). Fuzzy Cognitive Maps (FCMs) In Communication.

- Esmaeilpour, A., & arab bafrani, M. (2022). Meta-analysis of scenario planning method in futures studies. Futures Studies Of The Islamic Revolution, 3(2), 95-140, [In Persian].
- Farhadi, A. & Rashidi, I. (2023). Investigating the interactive relationship between future research and policy making in the face of uncertainty. Policy research of transformation in humanities, 2(4), 77-96, [In Persian].
- Giabbanelli, P. J., & Nápoles, G. (Eds.). (2024). Fuzzy Cognitive Maps: Best Practices and Modern Methods. Springer Nature.
- Groumpos, P. P. (2018). Intelligence and fuzzy cognitive maps: scientific issues, challenges and opportunities. Studies in Informatics and Control, 27(3), 247-264.
- Islami Amirabadi, F. & Mirzaei, K. (2021). fuzzy cognitive maps; an advanced approach to modeling complex systems. Journal of Digital Transformation, 2(4), 84-97, [In Persian].
- Jahangashai Rezaei, M. Yousefi, S., & Bagheri, M. (2017). A hybrid approach for risk prioritization based on error analysis and fuzzy cognitive mapping (case study: automotive parts industry). Journal of Industrial Engineering (Technical Faculty of Tehran University), 52(2), 193-205, [In Persian].
- Khademi, S., Dabir-Moghaddam, M., & Momeni, F. (2024). The investigation of interpersonal metafunction in the discourse of schizophrenic patients and healthy people based on Halliday’s systemic functional grammar. Journal of Researches in Linguistics, 16(1), 73-94, [In Persian].
- Koulivand, K., & Shirvani Naghani, M. (2024). Horizon 2028: Imam Khomeini's Relief Foundation Strategic Foresight in Qazvin Province. Futures Studies Of The Islamic Revolution, 5(1), 107-138, [In Persian].
- Kousari, S. & Sadat Rahmati, F. (2018). Futures studies and its role in science, technology and innovation policymaking. Science and Technology Policy, 12(2), 103-118, [In Persian].
- Ladeira, M. J., Ferreira, F. A., Ferreira, J. J., Fang, W., Falcão, P. F., & Rosa, Á. A. (2019). Exploring the determinants of digital entrepreneurship using fuzzy cognitive maps. International Entrepreneurship and Management Journal, 15, 1077-1101.
- Liu, X., Wang, Z., Zhang, S., & Liu, J. (2019). A novel approach to fuzzy cognitive map based on hesitant fuzzy sets for modeling risk impact on electric power system. International Journal of Computational Intelligence Systems, 12(2), 842-854.
- Luo, C., Zhang, N., & Wang, X. (2020). Time series prediction based on intuitionistic fuzzy cognitive map. Soft Computing, 24, 6835-6850.
- M. van Vliet, K. Kok, and T. Veldkamp, (2010) “Linking stakeholders and modellers in scenario studies: The use of fuzzy cognitive maps as a communication and learning tool,” Futures, vol. 42, no. 1, pp. 1–14.
- Moghaddam, M. R. S., Safari, A., Safari, H., & Mansouri, T. (2023). Scenario building and measurement of the business process maturity using fuzzy

cognitive mapping technique: a case study in SAIPA company. International Journal of Process Management and Benchmarking, 13(1), 19-46.

- Monshizadeh, F., Moghadam, M. R. S., Mansouri, T., & Kumar, M. (2023). Developing an industry 4.0 readiness model using fuzzy cognitive maps approach. International Journal of Production Economics, Vol (2), Pp 108-118.
- Nachazel, T. (2021). Fuzzy cognitive maps for decision-making in dynamic environments. Genetic Programming and Evolvable Machines, 22(1), 101-135.
- Nair, A., Reckien, D., & van Maarseveen, M. F. (2019). A generalised fuzzy cognitive mapping approach for modelling complex systems. Applied Soft Computing, 84, 105754.
- Nápoles, G., & Jastrzębska, A. (2024). Addressing Accuracy Issues of Fuzzy Cognitive Map-Based Classifiers. In Fuzzy Cognitive Maps: Best Practices and Modern Methods, Pp. 193-215.
- Nápoles, G., Leon Espinosa, M., Grau, I., Vanhoof, K., & Bello, R. (2018). Fuzzy cognitive maps based models for pattern classification: Advances and challenges. Soft Computing Based Optimization and Decision Models: To Commemorate the 65th Birthday of Professor José Luis" Curro" Verdegay, 83-98.
- Papageorgiou, E. I., & Salmeron, J. L. (2012). A review of fuzzy cognitive maps research during the last decade. IEEE transactions on fuzzy systems, 21(1), 66-79.
- Perajhang, A., & Voghofi, O. (2022). Introduction to Future Thought From Christianity Perspective. Futures Studies Of The Islamic Revolution, 3(2), 173-199, [In Persian].
- Razavi, S. M., Balounejad Nouri, R., Kousari, S., & Saghafi, F. (2024). A Conceptual Model for Readiness to Pursue Government as a Platform. Futures Studies Of The Islamic Revolution, 5(1), 139-156, [In Persian].
- Sánchez, H., Aguilar, J., Terán, O., & de Mesa, J. G. (2019). Modeling the process of shaping the public opinion through Multilevel Fuzzy Cognitive Maps. Applied Soft Computing, 85, 105-117.
- Sangbor, M. A., Safi, M. R., & Azar, A. (2019). Application of Fuzzy Cognitive Maps (FCM's) to analysis and design the causal structure of sustainable supply chain management enabler's in the petrochemical industry. Public management researches, 12(43), 5-29.
- Schuerkamp, R., & Giabbanelli, P. J. (2024). Analysis of Fuzzy Cognitive Maps. In Fuzzy Cognitive Maps: Best Practices and Modern Methods. Cham: Springer Nature Switzerland. Pp. 87-104.
- Sharafi, A., Noruzi, A., Esmaeili Givi, M., & Heidary Dahooie, J. (2020). Presenting the Conceptual model of the Social Knowledge Management using Meta Synthesis Method. Scientific Journal of Strategic Management of Organizational Knowledge, 3(2), 51-96, [In Persian].
- Shen, M., Chen, J., Zhuan, M., Chen, H., Xu, C. Y., & Xiong, L. (2018). Estimating uncertainty and its temporal variation related to global climate models in

quantifying climate change impacts on hydrology. Journal of Hydrology, 556, 10-24.

- Srivisal, N., Sanoran, K. L., & Bukkavesa, K. (2021). National culture and saving: How collectivism, uncertainty avoidance, and future orientation play roles. Global Finance Journal, 2(50), Pp101-119.
- Tatarkanov, A. A., Alexandrov, I. A., Chervjakov, L. M., & Karlova, T. V. (2022). A fuzzy approach to the synthesis of cognitive maps for modeling decision making in complex systems. Emerging Science Journal, 6(2), 368-381.
- Tehrai Nasrabadi, Z. Motahari, S. Farahani, M. and Azadbakht, B. (2023). Designing a participation model based on its effective and influential components in the field of environment. Sustainability, Development and Environment, 4(2), 83-107, [In Persian].
- Vena-Oya, J., Castañeda-García, J. A., & Rodríguez-Molina, M. Á. (2022). Forecasting a post-COVID-19 economic crisis using fuzzy cognitive maps: a Spanish tourism-sector perspective. Current Issues in Tourism, 25(13), 2048-2062.
- Wang, L., Liu, Q., Dong, S., & Soares, C. G. (2019). Effectiveness assessment of ship navigation safety countermeasures using fuzzy cognitive maps. Safety science, 117, 352-364.
- Yousefi, M., hajiani, E., & yami gorbanpor, M. (2023). Imaging the capabilities and functions of the future of robotics in the horizon of 1414. Futures Studies Of The Islamic Revolution, 4(1), 163-191, [In Persian].
- Yun, Y., & Jung, H. Y. (2020). Effects of uncertainty shocks on household consumption and working hours: a fuzzy cognitive map-based approach. Mathematics, 8(6), Pp 78-89.
- Zadeh, L. A. (2023). Fuzzy logic. In Granular, Fuzzy, and Soft Computing New York, NY: Springer US, Pp. 19-49.
- Zakaria, A., Ismail, F. B., Lipu, M. H., & Hannan, M. A. (2020). Uncertainty models for stochastic optimization in renewable energy applications. Renewable Energy, 145, 1543-1571.
- Zhang, Y., Qin, J., Shi, P., & Kang, Y. (2018). High-order intuitionistic fuzzy cognitive map based on evidential reasoning theory. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 27(1), 16-30.